

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から公
開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-077 改3
提出年月日	平成30年5月8日

V-1-3-1 使用済燃料貯蔵槽の温度、水位及び漏えいを監視する装置
の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲
に関する説明書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 設計基準対象施設に関する使用済燃料プール温度及び使用済燃料プール水位の計測	1
2.2 重大事故等対処設備に関する使用済燃料プール温度及び使用済燃料プール水位等の計測	1
3. 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の構成	2
3.1 使用済燃料プール温度及び使用済燃料プール水位等を計測する装置	3
3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の記録及び保存	13
3.2.1 計測結果の指示又は表示	13
3.2.2 設計基準対象施設に関する計測結果の記録及び保存	13
3.2.3 重大事故等対処設備に関する計測結果の記録及び保存	13
3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成	15
4. 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測範囲及び警報動作範囲	17

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則(以下「技術基準規則」という。)」第34条及び第47条並びにそれらの「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈(以下「解釈」という。)」に関わる核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽の温度、水位及び漏えいを監視する装置の構成、計測範囲、警報動作範囲について説明するとともに、技術基準規則第69条及び第73条並びにその解釈に関わる核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の構成、計測範囲について説明するものである。

併せて技術基準規則第34条及びその解釈に関わる使用済燃料貯蔵槽の温度、水位の計測結果の記録の保存及び外部電源が喪失した場合の計測についても説明するとともに、技術基準規則第69条及びその解釈に関わる核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の交流又は直流電源が必要な場合の代替電源設備からの給電及び使用済燃料プールの状態を監視するカメラの構成、構造及び取付箇所についても説明する。

なお、使用済燃料貯蔵槽の漏えいを監視する装置に関しては、要求事項の変更がないため、今回の申請において変更は行わない。

今回は、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち、設計基準対象施設に関する使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の構成、計測範囲、警報動作範囲、計測結果の記録の保存及び外部電源が喪失した場合の計測、重大事故等対処設備に関する使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の構成、計測範囲、計測結果の記録及び代替電源設備からの給電並びに使用済燃料プールの状態を監視するカメラの構成、構造及び取付箇所について説明する。

2. 基本方針

2.1 設計基準対象施設に関する使用済燃料プール温度及び使用済燃料プール水位の計測

技術基準規則第34条「計測装置」及びその解釈の要求事項に基づき、使用済燃料貯蔵槽の温度、水位の監視に必要な設備として、使用済燃料プール温度、使用済燃料プール水位及び使用済燃料プール水位・温度(SA広域)を設け、使用済燃料プールの水温の著しい上昇又は水位の著しい低下が計測可能な設計とし、計測結果は指示又は表示し、記録計又はプロセス計算機から出力される帳票にて継続的に記録し、帳票は保存できる設計とする。また、外部電源が喪失した場合でも、非常用所内電源からの電源供給によりこれらを計測することができる設計とする。

技術基準規則第47条「警報装置等」及びその解釈の要求事項に基づき、使用済燃料プールの水温の著しい上昇又は水位の著しい低下を確実に検知し、自動的に警報を発信する装置を設け、使用済燃料プール温度、使用済燃料プール水位及び使用済燃料プール水位・温度(SA広域)の計測値が警報設定値に達した場合には、中央制御室に警報を発信する設計とする。

2.2 重大事故等対処設備に関する使用済燃料プール温度及び使用済燃料プール水位等の計測

技術基準規則第69条「使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備」及びその解釈に基づき、燃料貯蔵設備に係る重大事故等時^(注)に使用済燃料プールの監視に必要な設備として、使用済燃料プール温度(SA)、使用済燃料プール水位・温度(SA広域)及び使用済燃料プール監視カ

メラを設け、燃料貯蔵設備に係る重大事故等により変動する可能性のある範囲にわたり計測可能な設計とするとともに、使用済燃料プール温度（SA）、使用済燃料プール水位・温度（SA広域）の計測結果は中央制御室に指示し、記録及び保存できる設計とする。

使用済燃料プール監視カメラは、使用済燃料プールの状態が確認できるよう高所に設置し、燃料貯蔵設備に係る重大事故等時において、使用済燃料プールの状態を中央制御室で監視できる設計とする。また、照明がない場合や蒸気雰囲気下においても使用済燃料プールの状態が監視できるよう赤外線機能を有する設計とする。

これらの計測装置及びカメラは、交流又は直流電源が必要な場合に代替電源設備から給電できる設計とする。

（注）燃料貯蔵設備に係る重大事故等は以下のとおり

- a. 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」第37条 3-1 (a) 及び (b) で定義する想定事故1（使用済燃料プールの冷却機能又は注水機能が喪失することにより、使用済燃料プール内の水の温度が上昇し、蒸発により水位が低下する事故）及び想定事故2（サイフォン現象等により使用済燃料プール内の水の小規模な喪失が発生し、使用済燃料プールの水位が低下する事故）において想定する使用済燃料貯蔵槽の水位の低下
- b. 使用済燃料貯蔵槽からの大量の水の漏えいその他要因により当該使用済燃料貯蔵槽内の水位が異常に低下した場合

3. 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の構成

使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の検出器から計測結果の指示又は表示、記録及び警報装置に至るシステム構成を「3.1 使用済燃料プールの温度及び使用済燃料プールの水位等を計測する装置」に示す。

設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の計測結果の指示又は表示、記録及び保存については、「3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の記録及び保存」に示す。

また、設計基準対象施設の外部電源が喪失した場合の非常用所内電源からの電源供給及び重大事故等対処設備の交流又は直流電源が必要な場合の代替電源設備からの電源供給について「3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の電源構成」に示す。

3.1 使用済燃料プール温度及び使用済燃料プール水位等を計測する装置

(1) 使用済燃料プール温度

使用済燃料プール温度の検出信号は、熱電対にて発生した起電力を、演算装置にて温度信号へ変換する処理を行った後、使用済燃料プール温度を中央制御室で指示し、記録及び保存する。記録及び保存について「3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の記録及び保存」に示す。

また、検出信号が警報設定値に達した場合には、中央制御室に音とともに警報表示を行う。(図 3-1-1「使用済燃料プール温度の概略構成図」参照。)

外部電源が使用できない場合においても、非常用所内電源から 120/240 V 計装用主母線盤 2A 及び 120/240 V 計装用主母線盤を介した電源供給により、使用済燃料プールの温度を計測することができる。電源供給について「3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成」に示す。

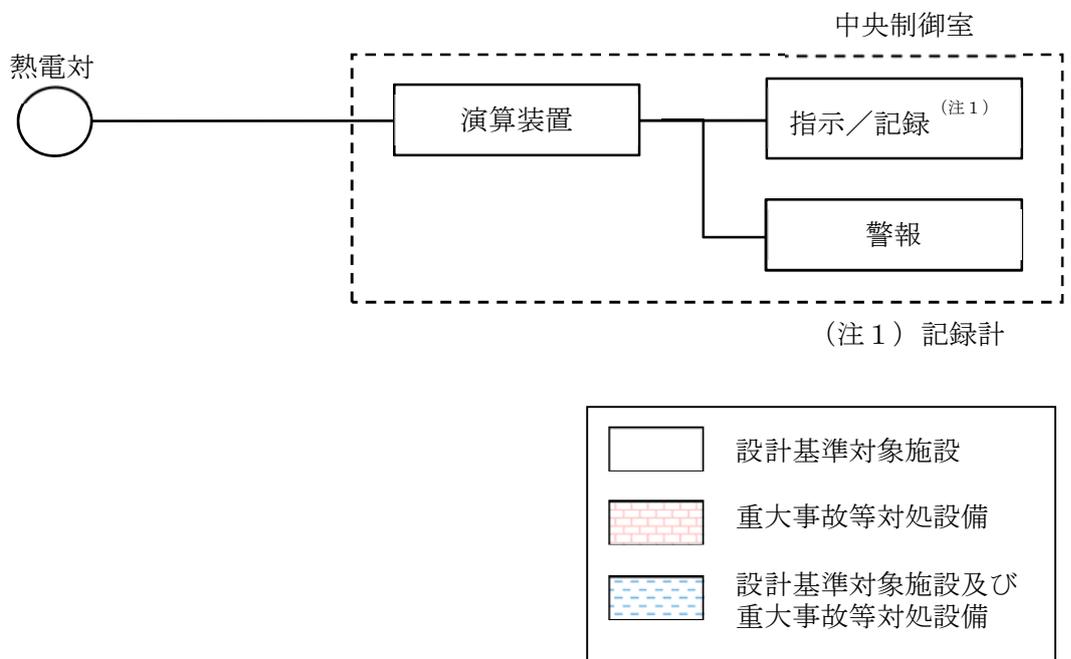


図 3-1-1 使用済燃料プール温度の概略構成図

(2) 使用済燃料プール水位

使用済燃料プール水位は、浮力式水位検出器及びフロート式検出器で計測され、使用済燃料プール水位が警報設定値に達した場合には、中央制御室に音とともに警報表示を行い、記録及び保存する。記録及び保存について「3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の記録及び保存」に示す。(図 3-1-2「使用済燃料プール水位 (浮力式水位検出器及びフロート式検出器) の概略構成図」参照。)

また、外部電源が使用できない場合においても、非常用所内電源から 120/240 V 計装用主母線盤を介した電源供給により、使用済燃料プールの水位を計測することができる。電源供給について「3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成」に示す。

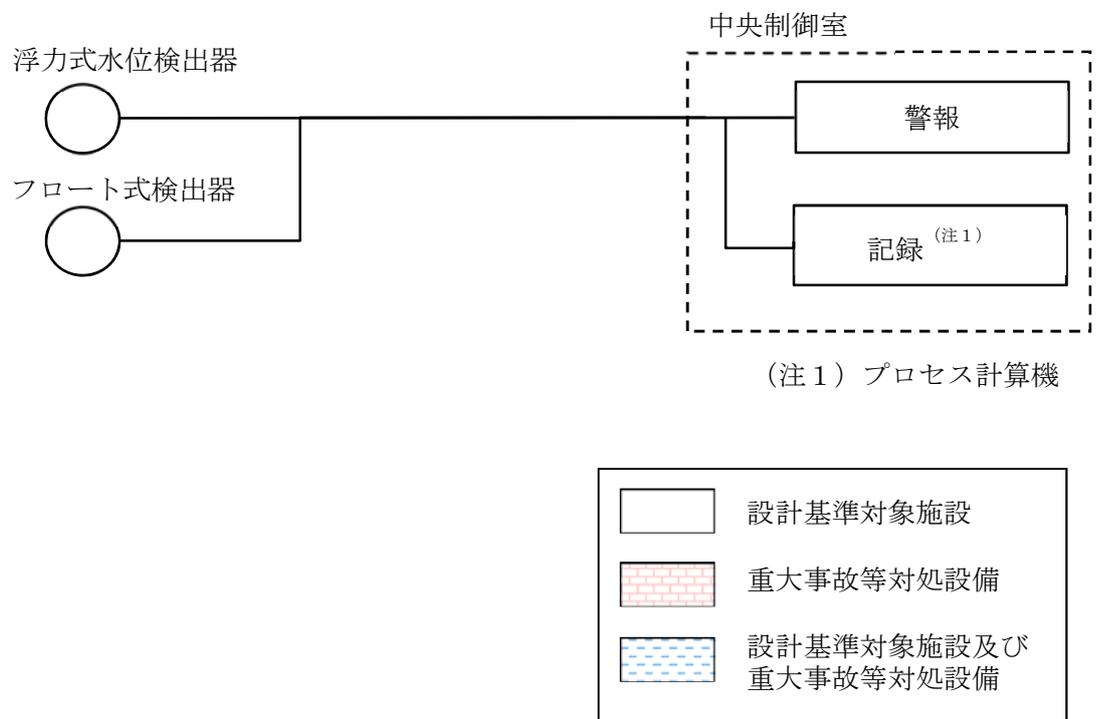


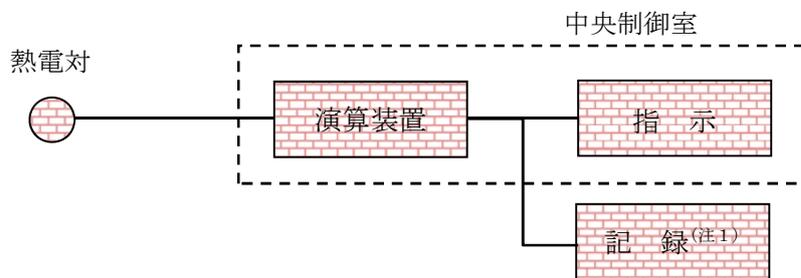
図 3-1-2 使用済燃料プール水位 (浮力式水位検出器及びフロート式検出器) の概略構成図

(3) 使用済燃料プール温度 (S A)

使用済燃料プール温度 (S A) の検出信号は、熱電対にて発生した起電力を、演算装置にて温度信号へ変換する処理を行った後、使用済燃料プール温度 (S A) を中央制御室に指示し、記録及び保存する。

記録及び保存について「3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の記録及び保存」に示す。(図 3-1-3「使用済燃料プール温度 (S A) の概略構成図」参照。)

直流電源が必要な場合、常設代替直流電源設備である緊急用 125 V 系蓄電池又は可搬型代替直流電源設備である可搬型代替低圧電源車及び可搬型整流器から緊急用直流 125 V 主母線盤を介して供給する。電源供給について「3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成」に示す。



(注1) 緊急時対策支援システム伝送装置

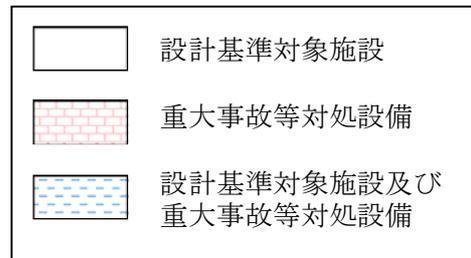


図 3-1-3 使用済燃料プール温度 (S A) の概略構成図

(4) 使用済燃料プール水位・温度（S A広域）

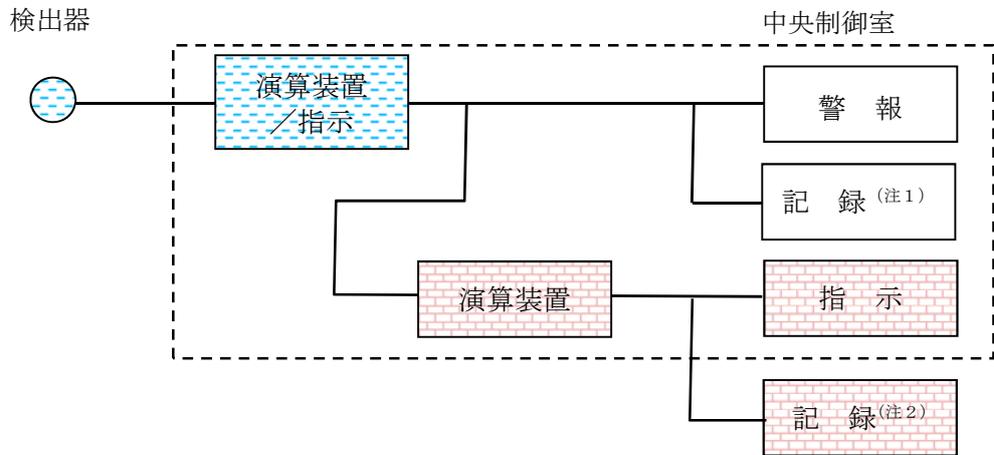
使用済燃料プール水位（S A広域）は、ガイドパルス式水位検出器から反射したパルス信号を検出するまでの時間を演算装置にて測定し水位信号へ変換する処理を行った後、中央制御室に指示し、記録及び保存する。

使用済燃料プール温度（S A広域）は、測温抵抗体の抵抗値を演算装置にて温度信号へ変換する処理を行った後、中央制御室に指示し、記録及び保存する。

また、中央制御室の演算装置にて警報設定値との比較を行い、使用済燃料プール水位または温度が警報設定値に達した場合には、中央制御室に音とともに警報表示を行う。（図 3-1-4「使用済燃料プール水位・温度（S A広域）の概略構成図」参照。）

記録及び保存について「3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の記録及び保存」に示す。

外部電源が使用できない場合においても、非常用所内電源から非常用無停電電源装置 B を介して供給することにより、使用済燃料プールの水位を計測することができる。また、直流電源が必要な場合、常設代替直流電源設備である緊急用 125 V 系蓄電池又は可搬型代替直流電源設備である可搬型代替低圧電源車及び可搬型整流器から緊急用無停電電源装置を介して供給する。電源供給について「3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成」に示す。



(注 1) プロセス計算機

(注 2) 緊急時対策支援システム伝送装置

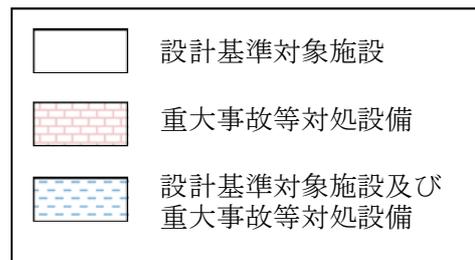


図 3-1-4 使用済燃料プール水位・温度（S A広域）の概略構成図

(5) 使用済燃料プール監視カメラ

a. 使用済燃料プール監視カメラ

使用済燃料プール監視カメラは、使用済燃料プールの状態が確認できるよう高所に設置し、燃料貯蔵設備に係る重大事故等時において、使用済燃料プールの状態を監視できる設計とする。また、照明がない場合や蒸気雰囲気下においても使用済燃料プールの状態が監視できるよう赤外線機能を有する設計とする。

使用済燃料プール監視カメラの映像信号は、制御ユニットを介し、中央制御室の監視モニタに表示する。(図 3-1-5 「使用済燃料プール監視カメラの概略構成図」参照。)

直流電源が必要な場合、常設代替直流電源設備である緊急用 125 V 系蓄電池又は可搬型代替直流電源設備である可搬型代替低圧電源車及び可搬型整流器から緊急用無停電電源装置を介して供給する。電源供給について「3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成」に示す。

使用済燃料プール監視カメラの構造並びに取付箇所を図 3-1-6 「使用済燃料プール監視カメラの構造図」及び図 3-1-9 「使用済燃料プール監視カメラの取付箇所を明示した図面」に示す。

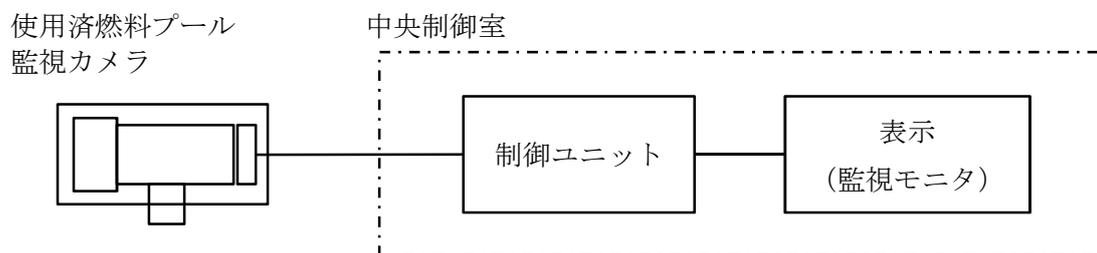


図 3-1-5 使用済燃料プール監視カメラの概略構成図

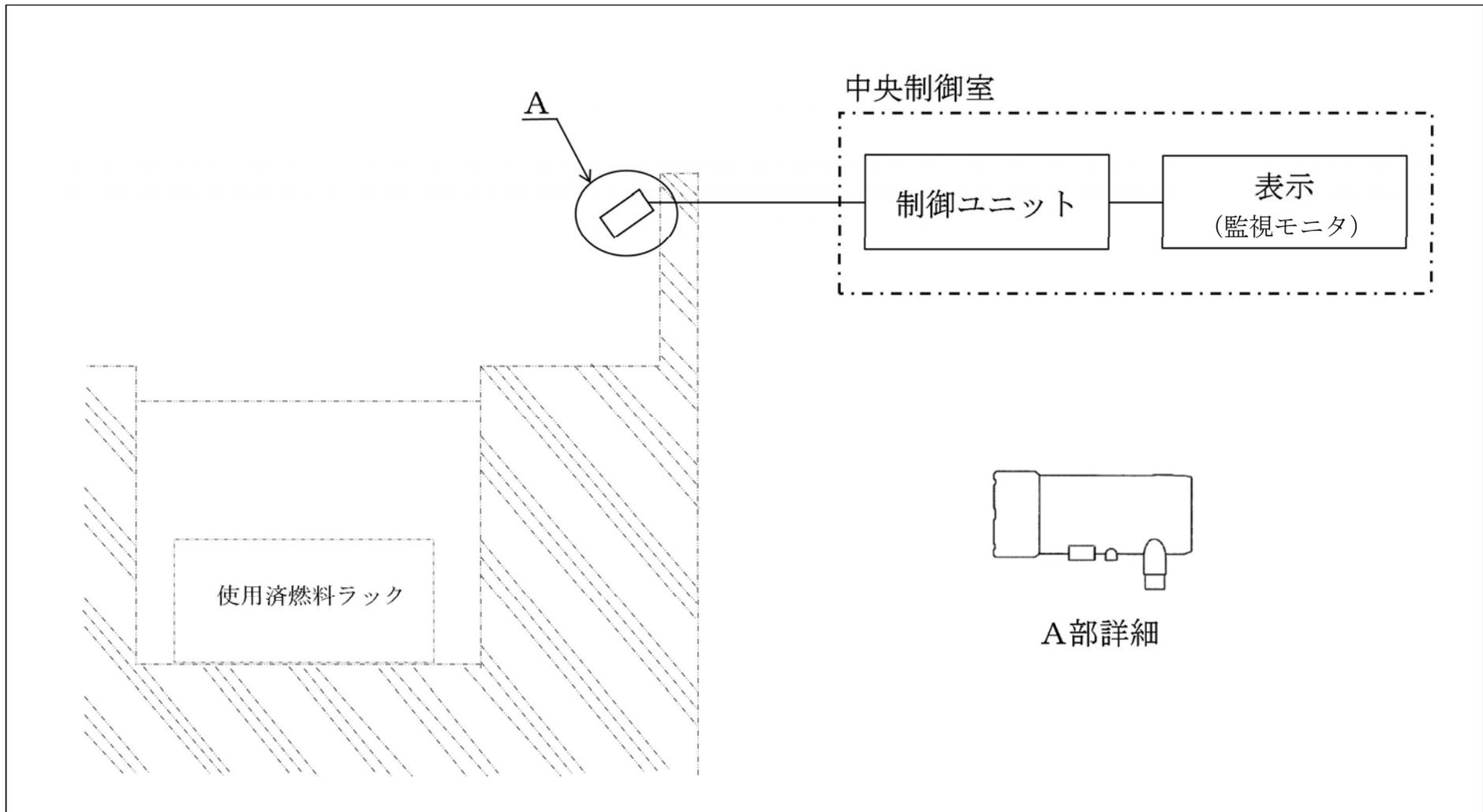


図 3-1-6 使用済燃料プール監視カメラの構造図

b. 使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置

使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置は、空気圧縮機、除湿器、冷却器及び空気供給弁で構成し、燃料貯蔵設備に係る重大事故時に使用済燃料プール監視カメラの耐環境性向上用の空気を供給する。(図 3-1-7「使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置の概略構成図」参照。)

交流電源が必要な場合、常設代替交流電源設備である常設代替高圧電源装置又は可搬型代替交流電源設備である可搬型代替低圧電源車から緊急用交流 120/240 V 計装用分電盤を介して供給する。電源供給について「3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成」に示す。

使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置の構造並びに取付箇所を図 3-1-8「使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置の構造図」、図 3-1-9「使用済燃料プール監視カメラ及び使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置の取付箇所を明示した図面」及び図 3-1-10「使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置の取付箇所を明示した図面」に示す。

使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置を用いた使用済燃料プール監視カメラの耐環境性向上についてはV-1-1-6「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に示す。

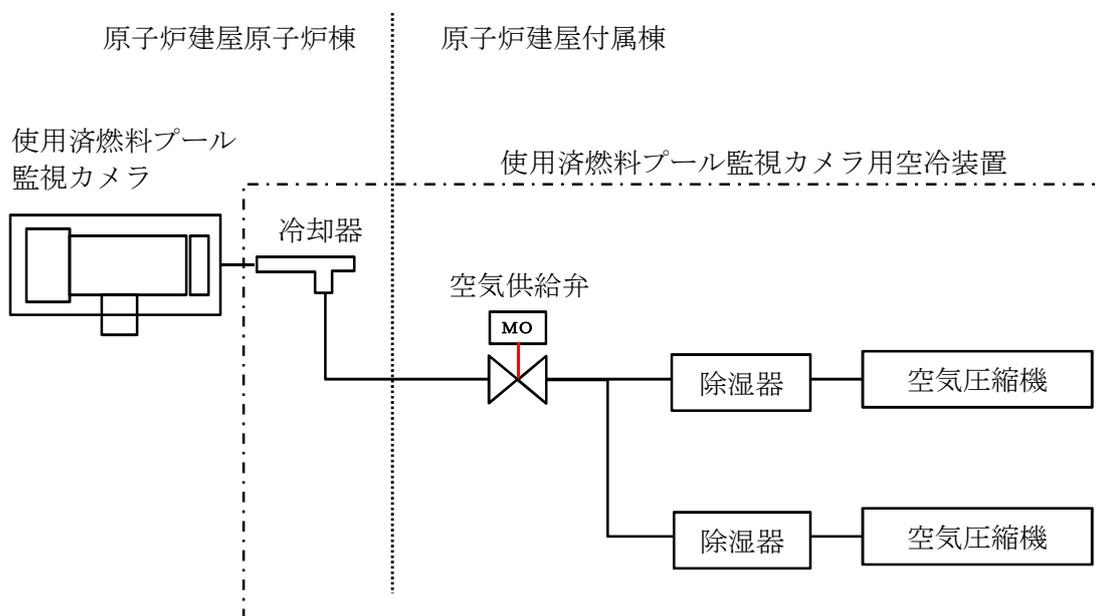


図 3-1-7 使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置の概略構成図

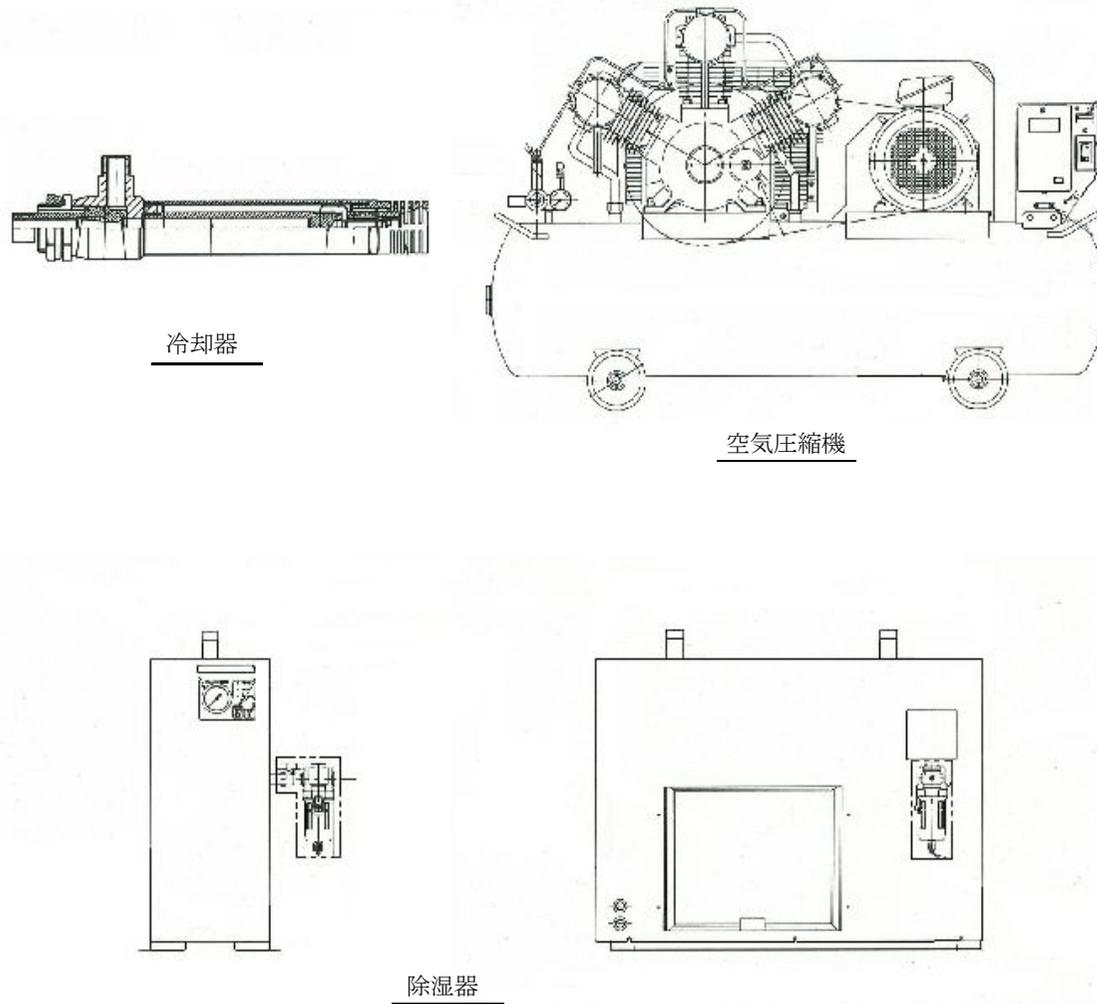


図 3-1-8 使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置（空気圧縮機，除湿器，冷却器）の構造図

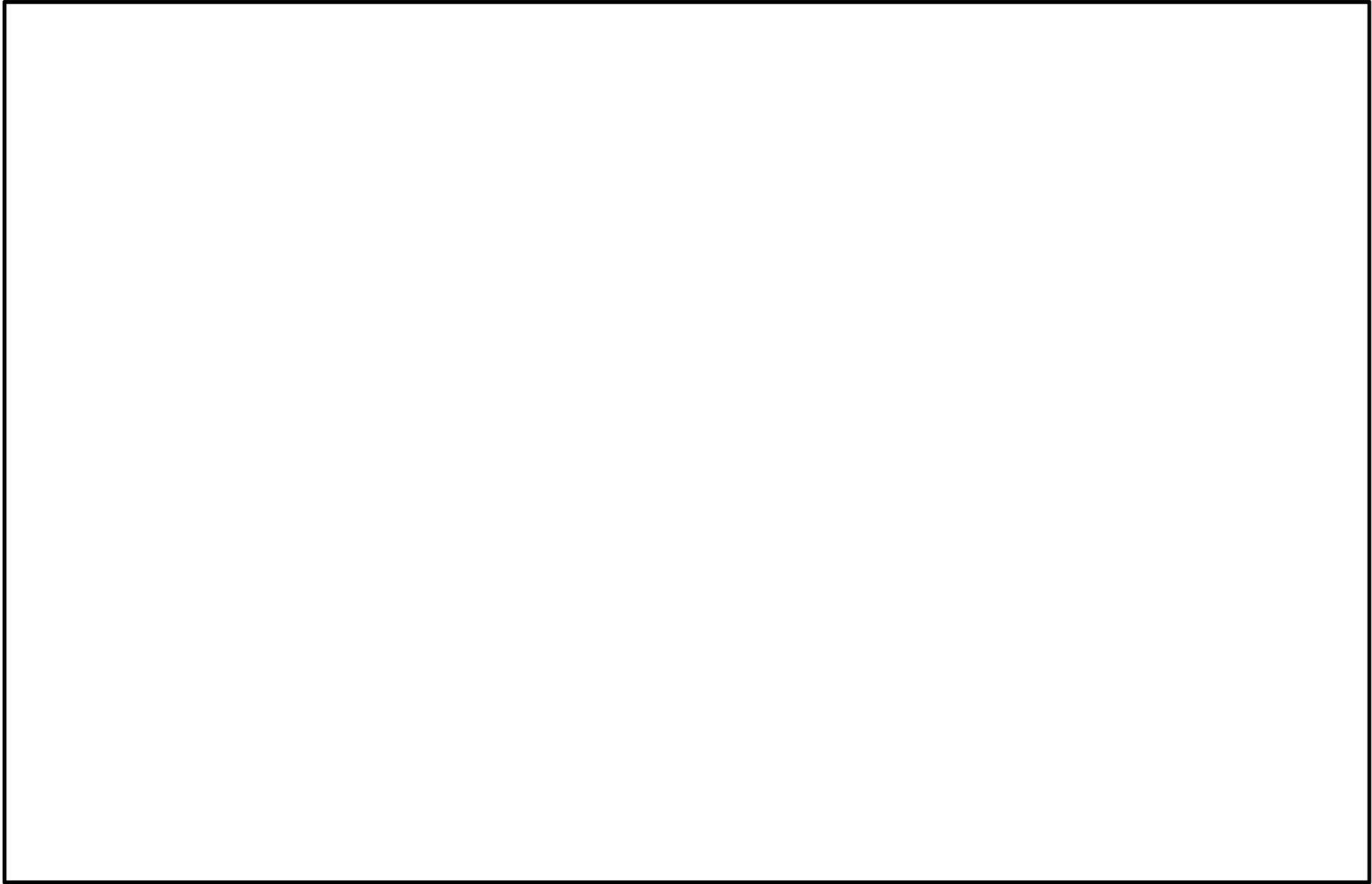


図 3-1-9 使用済燃料プール監視カメラ及び使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置の取付箇所を明示した図面

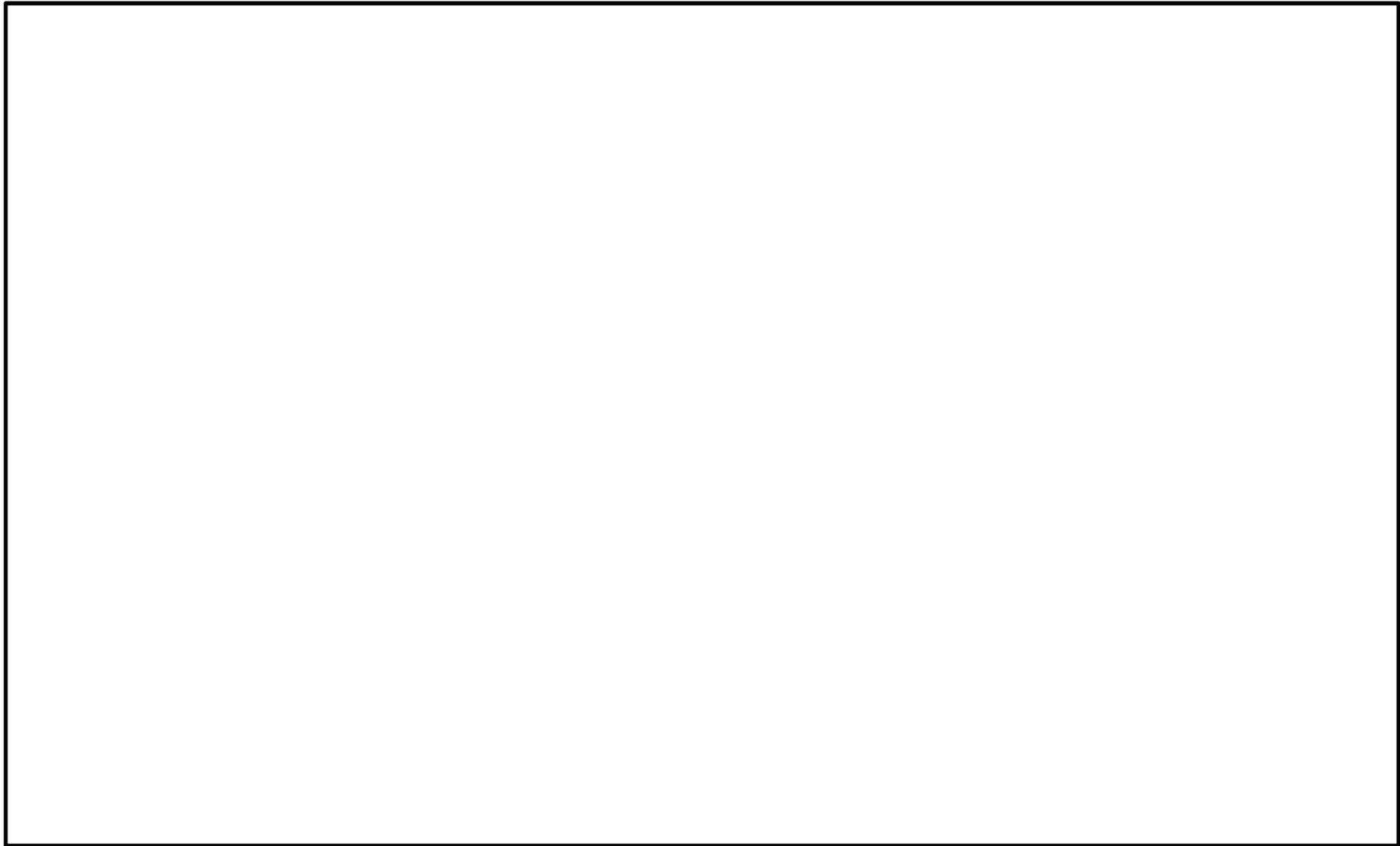


図 3-1-10 使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置の取付箇所を明示した図面

3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の記録及び保存

3.2.1 計測結果の指示又は表示

使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果は、中央制御室に指示又は表示し、記録できる設計とする。計測結果の指示又は表示場所及び記録場所を「表 3-2-1-1 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の指示又は表示場所及び記録場所」に示す。

3.2.2 設計基準対象施設に関する計測結果の記録及び保存

技術基準規則第 34 条第 4 項に関わる計測する装置にあつては、計測結果を記録し、及びこれを保存することができる設計とする。使用済燃料プール水位及び使用済燃料プール水位（S A 広域）の計測結果はプロセス計算機からの記録を帳票として出力し保存できる設計とする。記録を保存する計測項目と計測装置等を「表 3-2-2-1 記録を保存する計測項目と計測装置等」に示す。

3.2.3 重大事故等対処設備に関する計測結果の記録及び保存

使用済燃料プール温度（S A）及び使用済燃料プール水位・温度（S A 広域）の計測結果は中央制御室に指示し、緊急時対策支援システム伝送装置で電磁的に記録、保存し、全交流動力電源喪失時においても保存した記録が失われないようにするとともに、帳票に出力できる設計とする。また、プラント状態の推移を把握するためにデータ収集周期は 1 分とするとともに、記録の保存容量は計測結果を取り出すことで継続的なデータを得ることができるよう、14 日以上保存できる設計とする。

表 3-2-1-1 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の指示又は表示場所及び記録場所

計測装置	指示又は表示場所	記録場所
使用済燃料プール温度	中央制御室	中央制御室（記録計）
使用済燃料プール水位	中央制御室	プロセス計算機
使用済燃料プール温度 （S A）	中央制御室	緊急時対策支援システム伝送装置
使用済燃料プール温度 （S A 広域）	中央制御室	緊急時対策支援システム伝送装置
使用済燃料プール水位 （S A 広域）	中央制御室	プロセス計算機 緊急時対策支援システム伝送装置

表 3-2-2-1 記録を保存する計測項目と計測装置等

計測項目	計測装置等
使用済燃料その他高放射性の燃料体を貯蔵する水槽の水温及び水位	使用済燃料プール温度 使用済燃料プール水位 使用済燃料プール水位（S A広域）

技術基準規則第 34 条第 4 項に関わるその他の計測項目については、V-1-5-1「計測装置の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書」及びV-1-7-1「放射線管理用計測装置の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書」に示す。

3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成

設計基準対象施設に関する使用済燃料プール温度、使用済燃料プール水位及び使用済燃料プール水位・温度（S A広域）は、外部電源が使用できない場合、非常用所内電源から給電を行える設計とする。

また、重大事故等対処設備に関する使用済燃料プール温度（S A）、使用済燃料プール水位・温度（S A広域）、及び使用済燃料プール監視カメラは、直流電源が必要な場合、常設代替直流電源設備である緊急用 125V 系蓄電池又は可搬型代替直流電源設備である可搬型代替低圧電源車及び可搬型整流器から給電が可能な設計とする。使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置は、常設代替交流電源設備である常設代替高圧電源装置又は可搬型代替交流電源設備である可搬型代替低圧電源車から給電が可能な設計とする。（図 3-3-1「使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の概略電源系統図（交流電源）」及び図 3-3-2「使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の概略電源系統図（直流電源）」参照。）

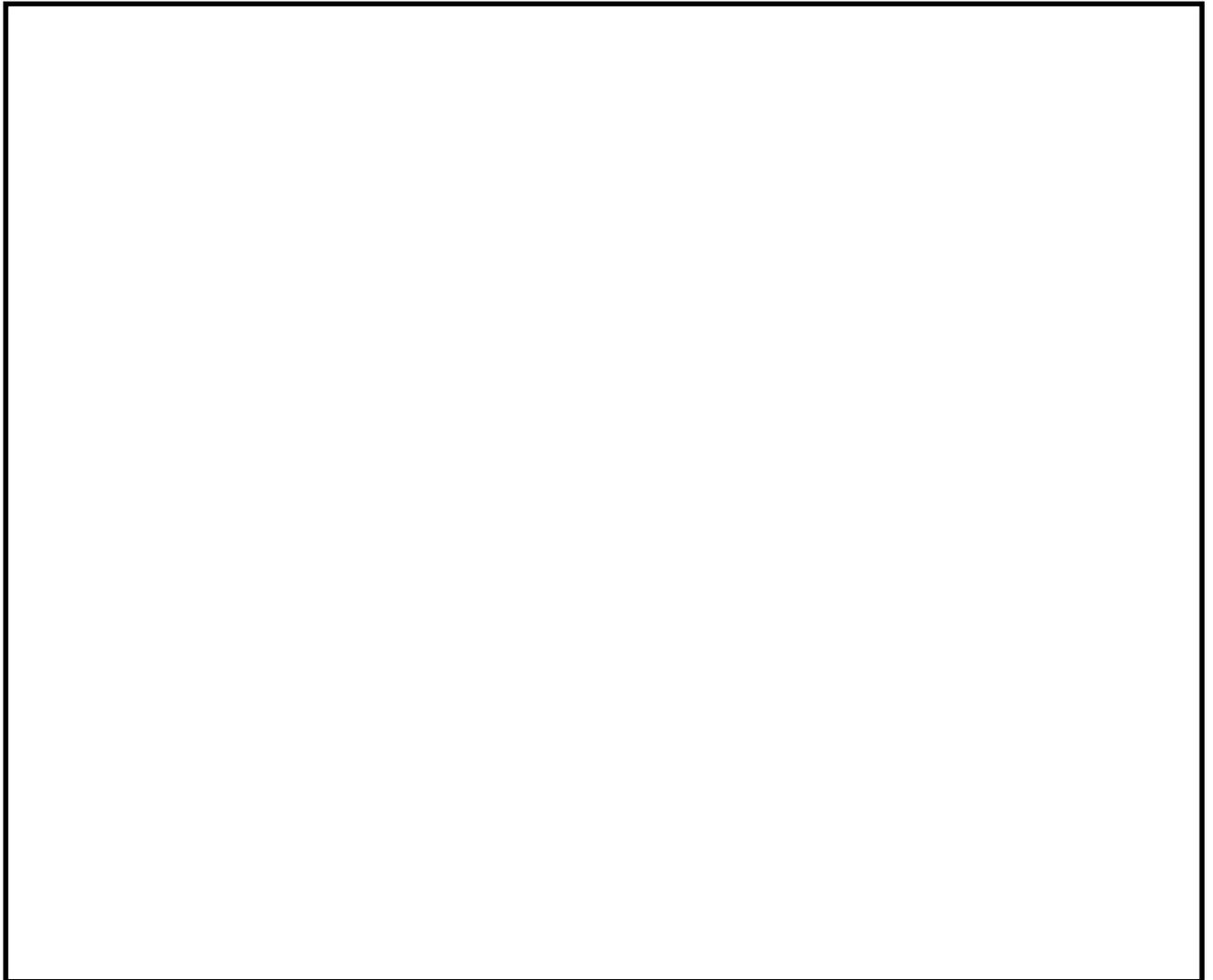


図 3-3-1 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の概略電源系統図（交流電源）

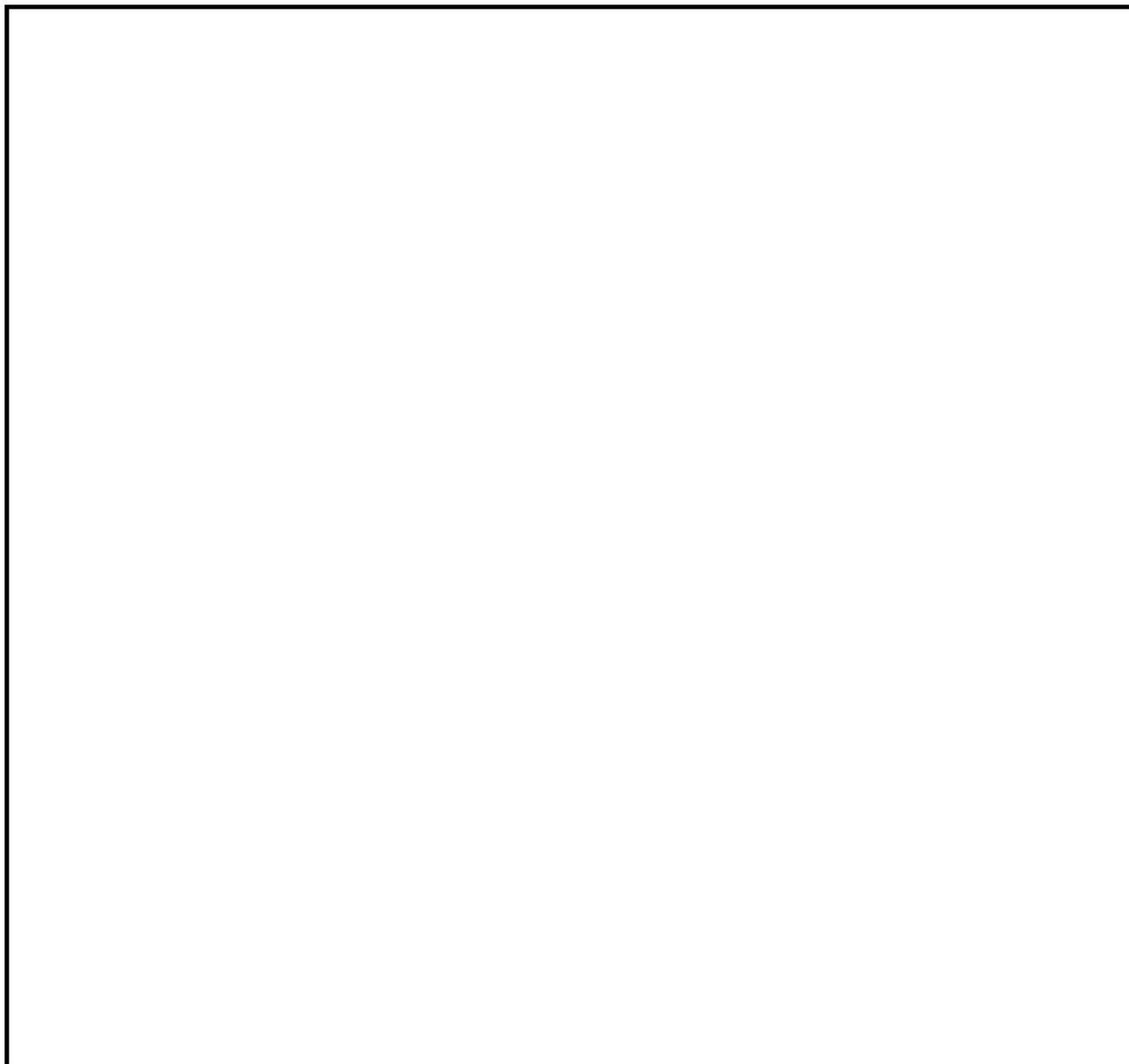


図 3-3-2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の概略電源系統図（直流電源）

4. 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測範囲及び警報動作範囲

使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測範囲及び警報動作範囲の設定に対する考え方について以下に示す。

重大事故等対処設備については、燃料貯蔵設備に係る重大事故等により変動する可能性のある範囲にわたり計測する設計としていること及び技術基準規則の要求に該当しないことから警報装置を設けない設計とする。

(1) 使用済燃料プール温度

使用済燃料プール温度は、使用済燃料プール水中の熱電対の温度変動による熱起電力の変動を検出することにより、温度を連続的に計測する。

使用済燃料プール温度の計測範囲は、使用済燃料プール内における冷却水の過熱状態を監視できるように、0～100℃の温度を計測可能とする。また、使用済燃料プール水位の水位低警報設定 (EL. 46053 mm) を包絡する範囲で温度計測可能な設置位置とする。(図 4-1「使用済燃料プール温度の設置図」参照。)

警報動作範囲は、0～100℃の範囲で設定可能であり、検出信号が警報設定値に達した場合には、中央制御室に音とともに警報表示を行う。温度高の警報動作温度以上の温度では、警報表示状態を継続する。

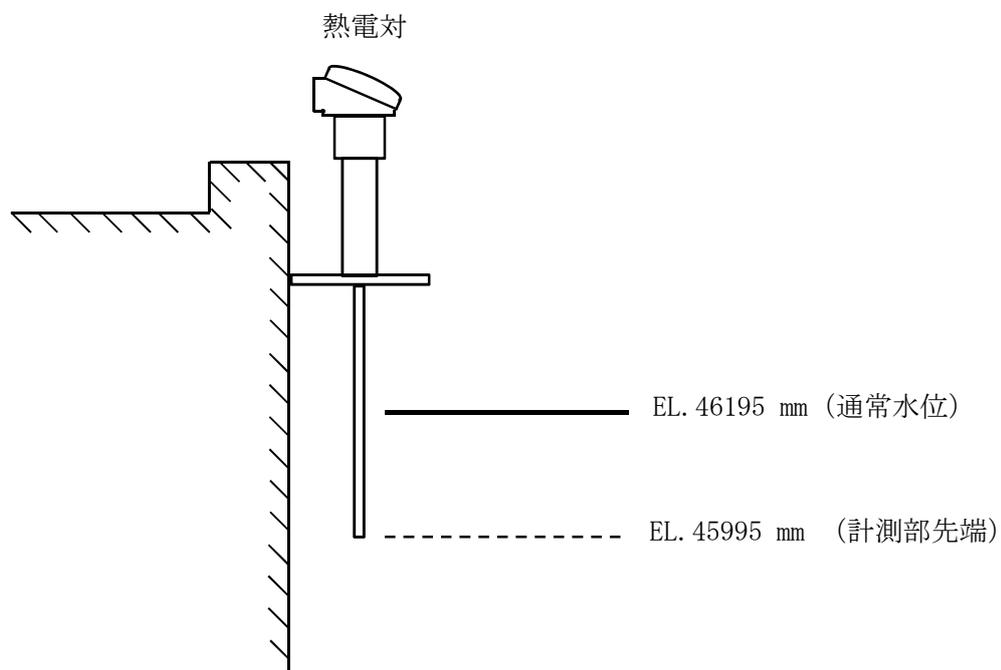


図 4-1 使用済燃料プール温度の設置図

(2) 使用済燃料プール水位

使用済燃料プール水位は、浮力式水位検出器及びフロート式検出器で計測され、使用済燃料プール水位が警報設定値に達した場合には、中央制御室に音とともに警報表示を行う。

浮力式水位検出器及びフロート式検出器は、同一の警報設定値を持ち、使用済燃料プール水位高警報については通常水位 (EL. 46195 mm) から運転操作床面 (EL. 46500 mm) の間の (EL. 46231 mm) とする。使用済燃料プール水位低警報については通常水位 (EL. 46195 mm) より下の (EL. 46053 mm) とする。(図 4-2「使用済燃料プール水位 (浮力式水位検出器及びフロート式検出器) の警報動作範囲」参照。)

水位低の警報動作水位以下、又は水位高の警報動作水位以上の水位では、警報表示状態を継続する。

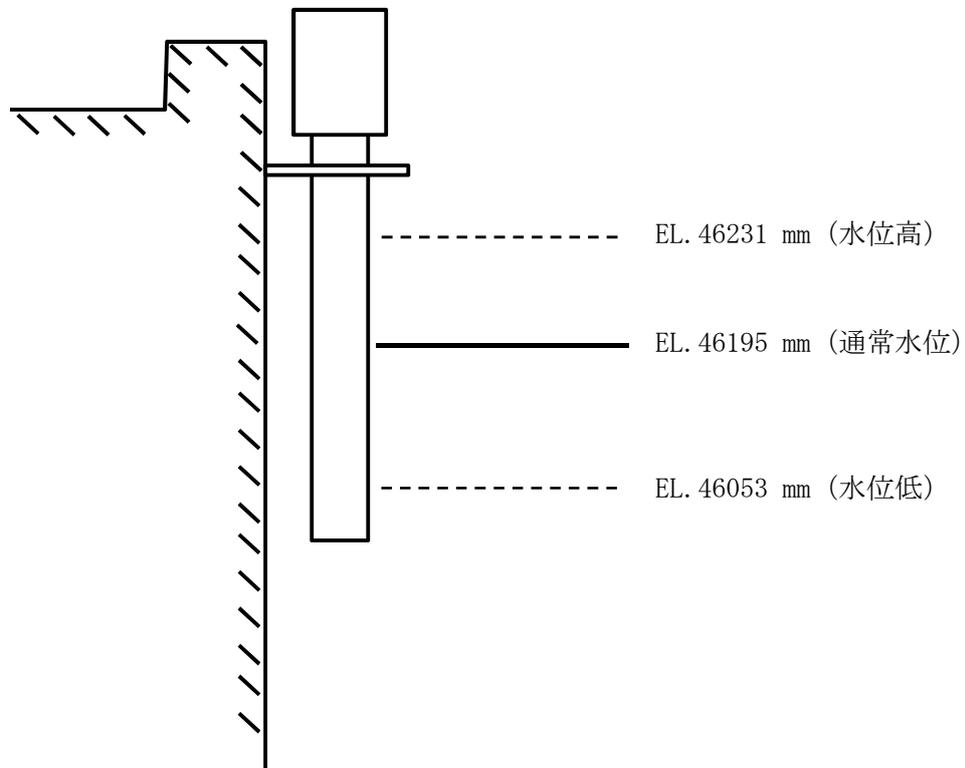


図 4-2 使用済燃料プール水位 (浮力式水位検出器及びフロート式検出器) の警報動作範囲

(3) 使用済燃料プール温度 (S A)

使用済燃料プール温度 (S A) は、使用済燃料プール水中の熱電対の温度変動による熱起電力の変動を検出することにより、温度を連続的に計測する。

使用済燃料プール温度 (S A) の計測範囲は、使用済燃料プール内における冷却水の過熱状態を監視できるように、0~120 °Cの温度を計測できるものとする。また、想定事故 1 及び想定事故 2 における水位が低下した場合の最低水位 (EL. 45575 mm) においても計測可能であり、燃料ラック上端より 1000 mm 下まで温度計測できる設置位置とする。(図 4-3「使用済燃料プール温度 (S A) の設置図」参照。)

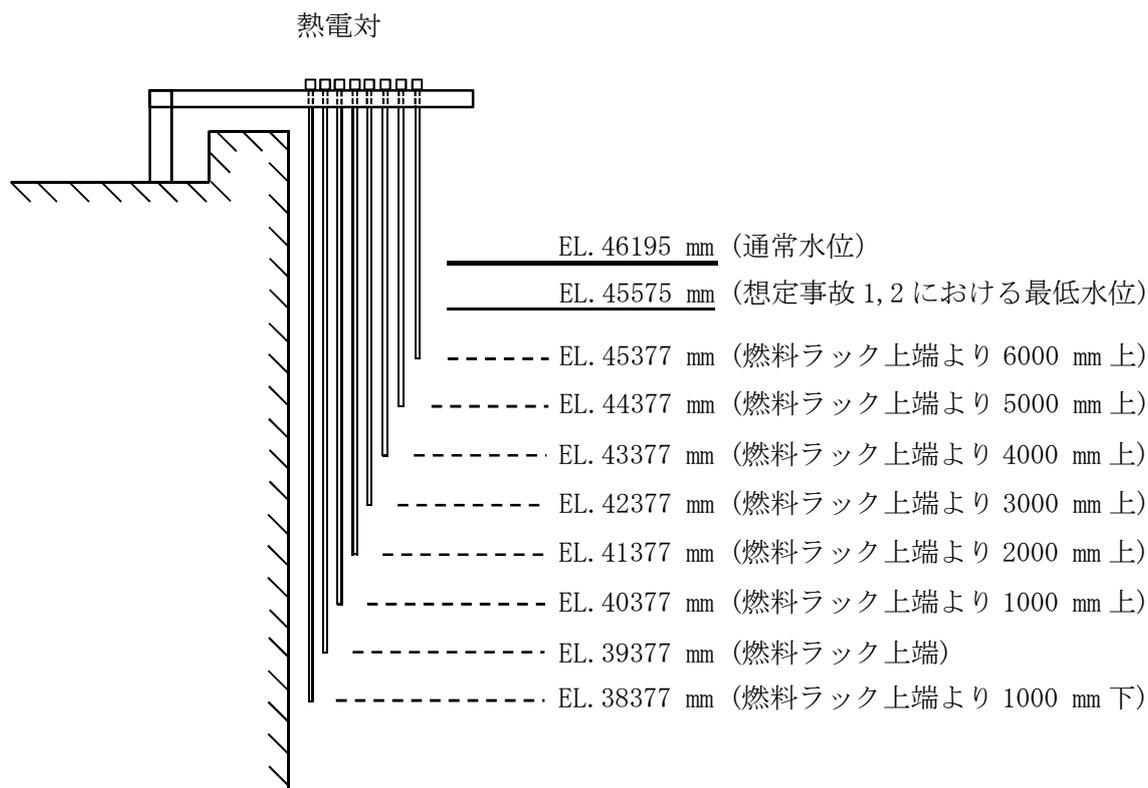


図 4-3 使用済燃料プール温度 (S A) の設置図

(4) 使用済燃料プール水位・温度（S A広域）

使用済燃料プール水位（S A広域）は、ガイドパルス式水位検出器から反射したパルス信号を検出するまでの時間を計測することにより、水位を連続的に計測する。

使用済燃料プール水位（S A広域）の計測範囲は、想定事故1、想定事故2及び使用済燃料プールの水位が異常に低下する事故を考慮し、使用済燃料ラック底部近傍（EL. 35077 mm）から使用済燃料プール上端近傍（EL. 46577 mm）を計測範囲とする。

警報動作は、EL. 35077 mm～ EL. 46577 mmの範囲で設定可能であり、検出水位が警報設定値に達した場合には、中央制御室に音とともに警報表示を行う。水位低の警報動作水位以下の水位では、警報表示状態を継続する。（図4-4「使用済燃料プール水位・温度（S A広域）の計測範囲及び警報動作範囲」参照。）

使用済燃料プール温度（S A広域）は、2箇所の検出点を持ち、使用済燃料プール水中の温度変動による測温抵抗体の抵抗値の変動を検出することにより、温度を連続的に計測する。

使用済燃料プール温度（S A広域）の計測範囲は、使用済燃料プール内における冷却水の過熱状態を監視できるよう、0～120℃の温度を計測可能とする。また、想定事故1及び想定事故2において想定する最低水位（EL. 45575 mm）においても温度計測できる設置位置とする。（図4-4「使用済燃料プール水位・温度（S A広域）の設置図」参照。）

警報動作範囲は、0～120℃の範囲で設定可能であり、検出信号が警報設定値に達した場合には、中央制御室に音とともに警報表示を行う。温度高の警報動作温度以上の温度では、警報表示状態を継続する。

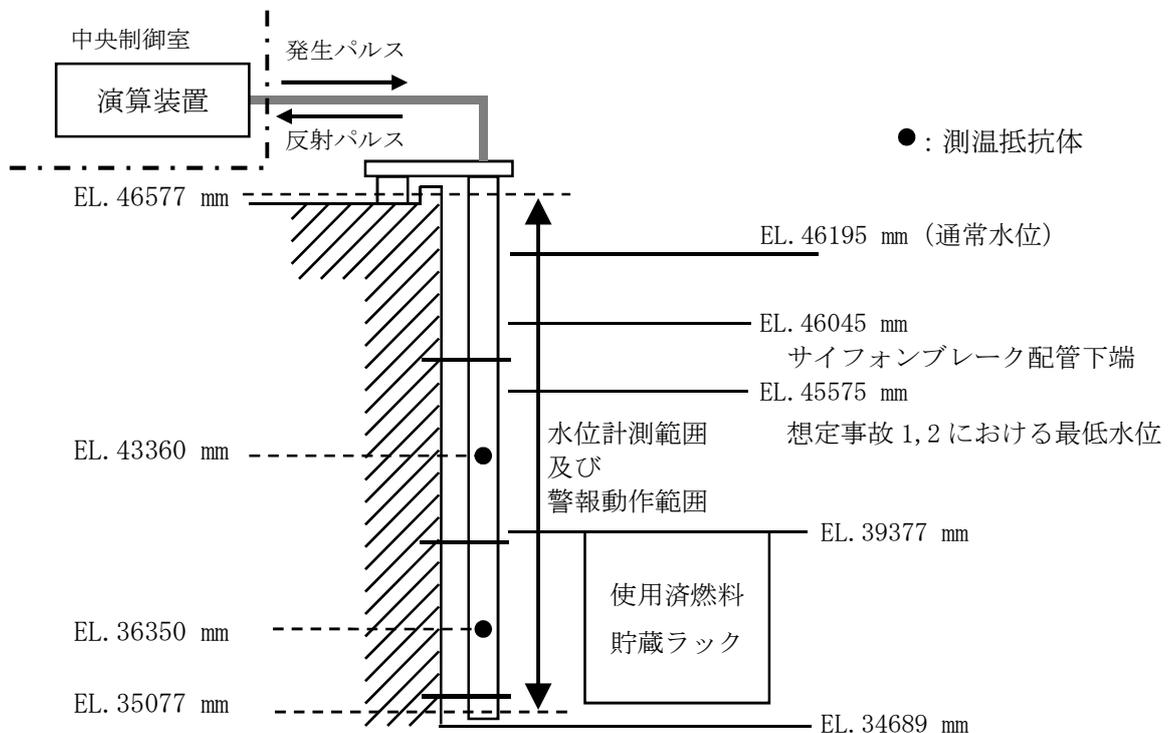


図4-4 使用済燃料プール水位・温度（S A広域）の計測範囲及び警報動作範囲